

УДК: 617.55-007.43-089.844

DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-1-5

EDN JLXVGU **



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ БИОТРАНСПЛАНТАТА ПРИ ГЕРНИОПЛАСТИКЕ БЕЛОЙ ЛИНИИ ЖИВОТА В УСЛОВИЯХ «ЧИСТОЙ» И ИНФИЦИРОВАННОЙ РАН

А.А. МАГОМЕДРАСУЛОВА

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Студенческая, д. 10, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. В настоящее время количество рецидивов, возникающих после выполнения протезирующих методик герниопластики достигает 10 %. Это обусловлено выраженной раневой инфекцией и отторжением сетчатого протеза. Для решения данной проблемы перспективным направлением является использование биоинженерных трансплантатов, лишенных иммунных материалов методом децеллюляризации. **Цель исследования** – изучить особенности реакции организма после пластики грыжевого дефекта белой линии живота биотрансплантатом в условиях «чистой» и инфицированной раны. **Материалы и методы исследования.** Объектами исследования были 40 половозрелых самцов кроликов породы Белый великан, использованных для получения гетеротрансплантата, и 270 самцов крыс линии Wistar. Всем крысам моделировали грыжевой дефект по белой линии живота, после чего была выполнена пластика грыжевого дефекта тем или иным способом в условиях «чистой» и инфицированной ран. **Результаты и их обсуждение.** Статистически подтверждено, что при пластике биоинженерным трансплантатом наблюдалось более быстрое снижение общей и локальной температуры, обсемененности раны, диаметра зоны гиперемии и количества отделяемого из раны и сроков полного заживления раны, что указывает на меньшую интенсивность воспалительного процесса. **Заключение.** Изучение взаимодействия между имплантационным материалом и биологическими тканями в условиях инфекции остается критически важным для улучшения результатов хирургического лечения наружных грыж живота.

Ключевые слова: осложнения грыжесечения, биоинженерный трансплантат, герниопластика, полипропиленовый сетчатый протез.

EXPERIMENTAL APPLICATION OF A BIOTRANSPLANT IN HERNIOPLASTY OF THE LINEA ALBA UNDER "CLEAN" AND INFECTED WOUND CONDITIONS

A.A. MAGOMEDRASULOVA

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Voronezh State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation",
10 Studencheskaya St., Voronezh, 394036, Russia

Abstract. Currently, the recurrence rate following prosthetic hernioplasty techniques reaches up to 10%, primarily due to pronounced wound infection and mesh prosthesis rejection. A promising solution to this problem is the use of bioengineered transplants that are decellularized to eliminate immunogenic materials. The aim of this study was to examine the body's response after repair of a linea alba hernia defect using a biotransplant in both "clean" and infected wound conditions. **Materials and Methods.** The study involved 40 sexually mature male White Giant rabbits, used to obtain the heterotransplant, and 270 male Wistar rats. All rats underwent modeling of a hernia defect along the linea alba, followed by hernia repair using various methods under "clean" and infected wound conditions. **Results and Discussion.** Statistical analysis confirmed that hernioplasty with the bioengineered transplant resulted in faster reductions in overall and local temperature, wound contamination, diameter of hyperemia zone, wound discharge volume, and time to complete healing, indicating a lower intensity of the inflammatory process. **Conclusion.** Studying the interaction between implant materials and biological tissues under infection conditions remains critically important for improving surgical outcomes in the treatment of abdominal wall hernias.

Keywords: hernia repair complications, bioengineered transplant, hernioplasty, polypropylene mesh prosthesis.

Введение. Детальное изучение современных методов протезирующей герниопластики, как основной техники укрепления грыжевых ворот передней брюшной стенки (ПБС), позволило выявить, что применение различных видов сетчатых эндопротезов сопряжено с высокой вероятностью их отторжения. Особенно высок риск в условиях инфицированной раны, например, при ущемленных грыжах [2-5]. Пер-

спективным направлением для решения данной проблемы является применение биоинженерных трансплантатов, лишенных иммунных материалов посредством децеллюляризации [5].

В связи с этим, была поставлена цель исследования – изучить в эксперименте реакцию организма на герниопластику белой линии живота *децеллюляризированным биотрансплантатом* (ДБТ) в условиях «чистой» и инфицированной ран.

Материалы и методы исследования. Исследование проведено на базе кафедры оперативной хирургии с топографической анатомией и лаборатории экспериментальной хирургии НИИ ЭБМ ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, Института биологии старения, Клинической больницы «РЖД-Медицина», Медицинского центра профессиональной патологии и лаборатории Курского государственного медицинского университета с соблюдением всех этических норм и правил при работе с лабораторными животными и одобрено этическим комитетом. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Экспериментальное исследование включало в себя 4 этапа (рис. 1)

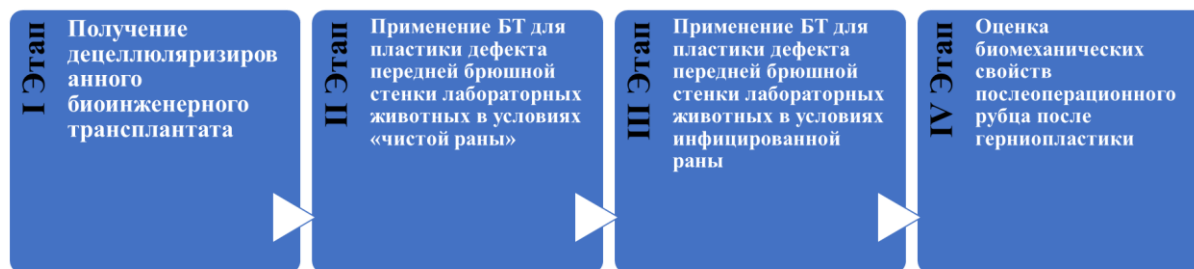


Рис. 1. Дизайн исследования

Объектами исследования были 270 самцов крыс линии *Wistar* и 40 самцов кроликов породы Белый великан, достигших половозрелого возраста.

На первом этапе исследования с целью получения биоинженерного трансплантата была выполнена аутопсия 30 кроликов (животные выводились из эксперимента путем передозировки «Изофлуран 99,9 %»). В стерильных условиях были выделены фрагменты ПБС размерами 6×6 - 8×6 см, состоящие из апоневроза и мышц живота. Далее полученные образцы тканей были обработаны детергентными растворами (децеллюляризованы) с помощью орбитального шейкера. Все фрагменты ПБС случайным образом были распределены по 4 группам (1-3 – опытные, 4 – контрольная). В качестве детергентных растворов были использованы 2 % раствор *SDS* (1-я опытная группа, $n = 60$), 1 % раствор *Triton-X 100* (2-я опытная группа, $n = 20$) и 2 % раствор *CHAPS* (3-я опытная группа, $n = 20$). Выбор данных веществ обусловлен их эффективностью в удалении клеточных элементов при сохранении структур *внеклеточного матрикса* (ВКМ), как показано в рядах научных работ [3, 6, 7]. Образцы группы контроля (4-я группа, $n = 20$) обработке детергентными растворами не подвергались.

Качество децеллюляризованного каркаса в каждой из групп оценивалось методами рутинного гистологического исследования. Все образцы исследуемой ткани, в том числе и из контрольной группы, были окрашены методами гематоксилин – эозин и Пикро Маллори.

На втором этапе исследования было проведено сравнение результатов пластики смоделированного грыжевого дефекта у 180 крыс в условиях «чистой» раны с помощью ДБТ, полученного при помощи 2 % раствора *SDS*, и полипропиленовой сетки. В качестве раствора для процесса децеллюляризации был выбран *SDS*, так как в предыдущем этапе данный препарат показал лучшие результаты по удалению клеточного материала и сохранности структуры ВКМ по сравнению с растворами 1 % *Triton-X 100* и 2 % *CHAPS*.

После анестезии и обработки операционного поля всем крысам выполняли послойный срединный разрез в средней трети передней брюшной стенки и моделировали экспериментальный грыжевой дефект овальной формы размером 20×15 мм по белой линии живота.

В зависимости от используемого метода пластики грыжевых ворот, все объекты исследования были разделены на 3 группы по 60 крыс в каждой. В 1-й группе (основная) животным проводили пластику «*onlay*» с использованием ДБТ, во 2-й опытной группе (группа сравнения) – пластику «*onlay*» с использованием простой, средней полипропиленовой сетки, а в 3-й (контрольной) группе была выполнена пластика местными тканями.

У всех животных в послеоперационном периоде оценивали локальный и общий статус на 7, 14, 30 и 180-е сутки. После выведения животных из эксперимента на аутопсии были получены образцы послеоперационных рубцов для дальнейшего гистологического исследования и оценки процесса регенерации,

неоангиогенеза и наличия грануляций. Для этого микропрепараты окрашивались методами гематоксилин-эозин, Пикро Маллори и Пикросириус красный.

На третьем этапе исследования было проведено сравнение ДБТ и полипропиленовой сетки при пластике смоделированного грыжевого дефекта в условиях инфицированной раны у 90 крыс.

При формировании экспериментальной модели грыжевого дефекта для моделирования инфицированной раны по белой линии живота в рану вносили суточную стафилококковую взвесь по методу Андреева А.А. с соавт. [1]. Все объекты исследования были разделены на три равных группы по 30 животных. Далее в каждой из них проводили герниопластику выбранных методом.

В первой группе исследования (основная) применяли герниопластику «onlay» с использованием биоинженерного гетеротрансплантата. В группе сравнения проводили протезирующую герниопластику «onlay» с использованием полипропиленовой средней простой сетки. В контрольной группе исследования была выполнена пластика грыжевого дефекта местными тканями. У всех прооперированных животных также оценивали локальный и общий статус на 1, 5, 10, 30 и 180-е послеоперационные сутки.

После выведения животных из эксперимента фрагменты послеоперационных рубцов для дальнейшего гистологического исследования и оценки процесса регенерации были окрашены гематоксилином и эозином, Пикро Маллори и Пикросириусом красным.

Далее на четвертом этапе исследования было проведено изучение биомеханических свойств послеоперационных рубцов ПБС, сформировавшихся у животных из второго и третьего этапов. Для этого у прооперированных животных после выведения из эксперимента (на 30-х и 180-х сутках после операции) был выполнен забор фрагмента ПБС, прямоугольной формы, размерами 4-5 × 2-1,5 см, содержащих послеоперационный рубец. В фрагменты обязательно захватывались участки тканей с ДБТ, ППС, или рубцом из местных тканей.

Исследование включало в себя оценку абсолютного удлинения тканей при растяжимости в поперечном и продольном направлениях на разрывной электромеханической машине в соответствии с ГОСТ 8847-85. При проведении испытаний в качестве критериев были выбраны: удлинение при стандартной нагрузке 16 Н и нагрузка, при которой происходил разрыв образцов. В качестве контроля были оценены исходные биомеханические свойства интактной ППС размерами 4-5 × 1,5-2 и фрагментов ПБС размерами 9 ± 1,5 × 11 ± 1,5, полученных при аутопсии 2 кроликов и децеллюляризованных 2 % раствором SDS, и разделенных на лоскуты прямоугольной формы размерами 4-5 × 1,5-2 см.

Результаты и их обсуждение. На первом этапе исследования при сравнительном анализе полученных микропрепаратов на предмет определения количества клеточных элементов, оставшихся в тканях после процесса децеллюляризации, установлены статистически значимые различия между образцами тканей из различных групп ($p < 0,001$) (табл. 1).

Таблица 1

Показатели элиминации клеток из образцов ткани в различных группах наблюдения

Показатели	СП	Группа наблюдения				Уровень значимости (p)
		Опытная			Контрольная	
		1 (SDS)	2 (Triton-X 100)	3 (Chaps)	4 (Интактная ткань)	
Общее количество клеток (миоциты, фиброциты), шт в п/з	Me	10	45	10,5	156	$H = 82,326$, при $p < 0,001^*$ $P_{1-4} < 0,001^*$ $P_{3-4} < 0,001^*$ $P_{1-2} < 0,001^*$ $P_{2-3} < 0,001^*$
	Q1 - Q3	6,5-14	40-50,5	7-12	110,5-228,5	

Примечание: * – различия между группами статистически значимы при $p < 0,05$

Одной из проблем при децеллюляризации тканей является возникновение внутритканевого отека, который нарушает структуру матричной сети. Признаком такого отека при гистологическом исследовании препаратов может служить увеличенное расстояние между волокнами ВКМ, которое тоже было изучено в данной работе. В результате, были выявлены статистически значимые различия по этому показателю между тканями из различных групп наблюдения (табл. 2).

Таблица 2

Показатели целостности соединительнотканых волокон в различных группах наблюдения

Показатели	СП	Группа наблюдения				Уровень значи- мости (p)
		Опытная			Контрольная	
		1 (SDS)	2 (Triton-X 100)	3 (Chaps)	4 (интактная ткань)	
Количество разрывов волокон, шт в п/з	Me	9	34,5	72,5	5	$H = 89,781$, при $p < 0,001^*$ $P_{1-4} = 0,042^*$ $P_{2-4} < 0,001^*$ $P_{3-4} < 0,001^*$ $P_{1-2} < 0,001^*$ $P_{1-3} < 0,001^*$ $P_{2-3} < 0,001^*$
	Q1 - Q3	6-12	28,5-40,5	58,5- 101,5	4-6	
Отек, %	Me	24,7	31,3	57,0	15,85	$H = 80,400$, при $p < 0,001^*$ $P_{1-4} < 0,001^*$ $P_{2-4} < 0,001^*$ $P_{3-4} < 0,001^*$ $P_{1-2} = 0,002$ $P_{1-3} < 0,001^*$
	Q1 - Q3	18,4- 29,1	30,3-34,8	51-62,3	14,35-18,5	

Примечание: * – различия между группами статистически значимы при $p < 0,05$

Результаты первого этапа исследования свидетельствуют о том, что 2 % раствор SDS и 2 % раствор CHAPS, при использовании их для погружной децеллюляризации участка ПБС кролика, обеспечивают полноценную клеточную элиминацию, в то время как 1 % раствор Triton-X 100 оказался малоэффективным. Однако 1 % раствор Triton-X 100 оказывает более мягкое воздействие на структуры тканей, обеспечивая целостность ВКМ, при децеллюляризации в отличие от 2 % раствора CHAPS.

Таким образом, оптимальным детергентом для погружной децеллюляризации можно считать 2 % раствор SDS, который одновременно выполняет полноценную элиминацию клеток и при этом сохраняет целостность тканей ВКМ.

На втором этапе исследования при изучении местной реакции организма после пластики ПБС трансплантатом было отмечено, что послеоперационный период у экспериментальных животных протекал практически идентично. Умеренные гиперемия и отек сохранялись лишь в течение первых 2-3-х дней после операции. Признаков отторжения трансплантатов и других послеоперационных осложнений не наблюдалось. Температура тела крыс на протяжении эксперимента колебалась от 38,9 до 39,2 С, т. е. была в пределах нормы для этих лабораторных животных.

При исследовании показателей периферической крови прооперированных животных было обнаружено, что количество эозинофилов и базофилов в группе, где была использована ППС, было больше, чем у животных, прооперированных с помощью биотрансплантата.

Результаты проведенного исследования периферической крови у прооперированных животных свидетельствуют о том, что общая реакция организма при использовании биоинженерного трансплантата выражена слабее, чем при использовании полипропиленовой сетки (табл. 3).

При гистологическом исследовании в микропрепаратах основной и контрольной групп не выявлено признаков острой воспалительной реакции. Была отмечена сформировавшаяся зрелая соединительная ткань с коллагеновыми и эластическими волокнами и фибробластами. В контрольной группе при микроскопии обнаружена рассеянная лимфоплазмочитарная инфильтрация вокруг сетчатого протеза, с образованием фиброзной капсулы.

На третьем этапе в ходе исследования общих показателей после пластики ПБС в условиях инфицированной раны наиболее явные признаки воспаления были зафиксированы у экспериментальных животных группы сравнения. Показатели количества лейкоцитов [$H = 8,8$ при $p = 0,013$], СОЭ [$H = 14,6$ при $p = 0,001$] и температуры тела [$H_{2-3} = -15,1$ при $p = 0,002$, $H_{1-3} = 14,3$ при $p = 0,005$] у них значительно превышали соответствующие параметры у животных основной и контрольной групп. При этом статистически значимых различий по данным показателям между животными основной и контрольных групп не было выявлено.

Таблица 3

Значения измеряемых показателей в различных группах животных на 7-й день после операции

Показатель	СП	Группы наблюдений			Уровень значимости (p)
		Контроль	1	2	
Температура тела, градусы	Me	39,0	38,8	38,9	0,793
	Q1 - Q3	38,6-39,2	38,7-39,1	38,6-39,2	
СОЭ, мм/ч	Me	2,45	2,6	2,6	0,848
	Q1 - Q3	2,10-4,20	2,1-4,1	1,6-3,6	
Лейкоциты, *10 ⁹ /л	Me	15,0	15,4	16,4	0,615
	Q1 - Q3	14,5-20,0	12,1-17,7	13,9-19,4	
Нейтрофилы, *10 ⁹ /л	Me	3,4	3,9	4,0	0,448
	Q1 - Q3	3,2-4,4	3,8-4,2	3,7-5,2	
Лимфоциты, *10 ⁹ /л	Me	2,0	2,3	2,6	0,116
	Q1 - Q3	1,6-2,5	2,2-3,0	2,3-2,9	
Эозинофилы, *10 ⁹ /л	Me	0,1	0,1	0,6	0,001* $p_{K-1} = 1,000$ $p_{K-2} = 0,003*$ $p_{1-2} = 0,003*$
	Q1 - Q3	0,1-0,2	0,1-0,25	0,3-0,8	
Базофилы, *10 ⁹ /л	Me	0	0,1	0,3	< 0,001* $p_{K-1} = 0,045*$ $p_{K-2} < 0,001*$ $p_{1-2} = 0,004*$
	Q1 - Q3	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	

Примечание: * – различия между группами статистически значимы при $p < 0,05$

Таблица 4

Показатели локального статуса раны в различных группах исследования после герниопластики, Me (Q1-Q3)

Показатель	Группы наблюдений			Уровень значимости различий (p)
	Основная группа	Группа сравнения	Контрольная группа	
Локальная температура, °C	40,3 (40,0-40,5)	40,1 (40,0-40,4)	40,2 (40,0-40,3)	$H = 0,441$, при $p = 0,802$
Ширина зоны гиперемии раны (см)	0,5 (0,4-0,6)	0,6 (0,5-0,7)	0,5 (0,5-0,6)	$H = 11,511$, при $p = 0,003$ $p_{2-3} = 0,311*$ $p_{1-3} = 0,233$ $p_{1-2} = 0,002*$
Количество отделяемого из раны (мл)	1,3 (1,2-1,3)	1,2 (1,3-3,0)	1,3 (1,1-1,4)	$H = 0,740$, при $p = 0,691$
Обсемененность (Колониеобразующая единица - КОЕ)	10 ⁶ (10 ⁵ -10 ⁶)	10 ⁷ (10 ⁶ -10 ⁷)	10 ⁶ (10 ⁵ -10 ⁶)	$H = 16,130$, при $p < 0,001$ $p_{2-3} = 0,028*$ $p_{1-3} = 0,536$ $p_{1-2} < 0,001*$

Примечание: * – изменения показателей статистически значимы при $p < 0,05$

При изучении локального статуса наиболее выраженные признаки нагноения послеоперационной раны отмечались у экспериментальных животных из группы сравнения. Ширина зоны гиперемии вокруг

раны у них была заметно больше, а степень бактериальной обсемененности раны – выше, чем у животных основной и контрольной групп исследования. Между животными основной и контрольной групп статистически значимых различий по рассматриваемым показателям выявлено не было. Остальные показатели локального статуса статистически значимых межгрупповых различий не имели (табл. 4).

При гистологическом исследовании аутопсийного материала в микропрепаратах основной группы животных отмечались минимальные очаговые воспалительные изменения и созревание соединительной ткани, состоящей из коллагеновых волокон и фибробластов. Элементы внеклеточного матрикса не визуализировались, что свидетельствовало о полной интеграции биотрансплантата. В контрольной группе наблюдались признаки отека и очаговой воспалительной инфильтрации, представленными лимфоцитами, плазмócитами и лейкоцитами, а также волокна сетчатого протеза с воспалительными изменениями и гигантскими многоядерными клетками.

На четвертом этапе биомеханическое исследование показало, что по сравнению с ППС ДБТ в продольном и поперечном направлении обладает большей исходной прочностью. После пребывания в тканях прочность ДБТ в обоих направлениях также была выше, чем ППС. При этом эластичность ДБТ после герниопластики сохранялась, что подтверждалось данными, полученными при стандартной нагрузке (табл. 5).

Таблица 5

Механические показатели образцов тканей в различных группах

Показатели	СП	Группа наблюдения					Уровень значимости (p)
		Рубец с местными тканями	Рубец с ППС	Рубец с ДБТ	Интakтная ППС	Интakтный ДБТ	
инфицированная рана							
Растяжение при стандартной нагрузке 16Н, продольно, 30 сутки, %	Me	35,9	36,7	38	54,5	40	H = 50,323, при p < 0,001* P ₁₋₃ = 0,025* P ₁₋₄ < 0,001* P ₁₋₅ < 0,001* P ₂₋₄ = 0,003 P ₂₋₅ < 0,001* P ₃₋₄ = 0,008*
	Q1 - Q3	35,5-36,4	35,9-38,2	37,1-38,3	40,2-41,7	39,3-40,6	
Растяжение при стандартной нагрузке 16Н, поперечно, 30 сутки, %	Me	37,3	39,9	40,3	55,3	45,9	H = 56,989, при p < 0,001* P ₁₋₂ = 0,036* P ₁₋₃ = 0,003* P ₁₋₄ < 0,001* P ₁₋₅ < 0,001* P ₂₋₄ = 0,037* P ₂₋₅ < 0,001* P ₂₋₄ = 0,003
	Q1 - Q3	36,8-37,8	39,2-40,3	39,5-40,7	54,7-56,1	42,6-47,4	
Растяжение при стандартной нагрузке 16Н, продольно, 180 сутки, %	Me	31,3	33,9	39,2	-	-	H = 36,360, при p < 0,001* P ₁₋₃ < 0,001* P ₂₋₃ = 0,007*
	Q1 - Q3	30,7-32,5	33,8-34,4	38,7-39,7	-	-	
Растяжение при стандартной нагрузке 16Н, поперечно, 180 сутки, %	Me	36,1	33,6	39,3	-	-	H = 38,17, при p < 0,001* P ₁₋₂ = 0,030* P ₂₋₃ < 0,001*
	Q1 - Q3	35,7-37,3	32,1-34,3	39,2-39,4	-	-	

«чистая» рана							
Растяжение при стандартной нагрузке 16Н, продольно, 30 сутки, %	Me	36,1	38,9	38,8	41,5	40	H = 49,014, при $p < 0,001^*$ $P_{1-2} = 0,004^*$ $P_{1-3} = 0,003^*$ $P_{1-4} < 0,001^*$ $P_{1-5} < 0,001^*$ $P_{2-4} = 0,007^*$ $P_{3-5} = 0,010^*$
	Q1 - Q3	35-36,8	38,0-39,5	38,4-39,7	40,2-41,7	39,3-40,6	
Растяжение при стандартной нагрузке 16Н, поперечно, 30 сутки, %	Me	37,3	40	40,1	55,3	45,9	H = 53,063, при $p < 0,001^*$ $P_{1-2} = 0,034^*$ $P_{1-4} < 0,001^*$ $P_{1-5} < 0,001^*$ $P_{2-4} = 0,001^*$ $P_{3-4} < 0,001^*$ $P_{3-5} = 0,048$
	Q1 - Q3	37,1-37,4	39,8-40,3	38,7-40,9	54,7-56,1	42,6-47,4	
Растяжение при стандартной нагрузке 16Н, продольно, 180 сутки, %	Me	33,6	33,7	38,4	-	-	H = 56,831, при $p < 0,001^*$ $P_{1-3} < 0,001^*$ $P_{2-3} < 0,001^*$
	Q1 - Q3	32,2-34,3	33,4-33,9	37,6-39,0	-	-	
Растяжение при стандартной нагрузке 16Н, поперечно, 180 сутки, %	Me	37,5	39,6	40,3	-	-	H = 53,972, при $p < 0,001^*$ $P_{1-2} = 0,002^*$ $P_{1-3} < 0,001^*$
	Q1 - Q3	36,5-38,1	38,7-40,4	39,2-40,7	-	-	

Примечание: * - различия между группами статистически значимы при $p < 0,05$

Закключение. Анализ результатов показал, что местная реакция организма после пластики децеллюляризированным биотрансплантатом и полипропиленовой сеткой в условиях «чистой» раны протекала практически идентично. Признаков отторжения биотрансплантата отмечено не было. Однако общая воспалительная реакция организма по данным анализа крови при использовании биоинженерного трансплантата была выражена слабее, чем при использовании полипропиленовой сетки.

При оценке местной и общей реакции организма после герниопластики в условиях инфицированной раны установлено, что при использовании биоинженерного трансплантата общая и локальная температура быстрее возвращались к норме, обсемененность раны, диаметр зоны гиперемии и количество отделяемого из раны уменьшались в более короткие сроки. В целом, полное заживление раны, достигалось быстрее, что указывает на меньшую интенсивность воспалительного процесса.

Полученные результаты подчеркивают потенциал использования биоинженерных трансплантатов в клинической практике, особенно в условиях повышенного риска инфицирования.

Литература

1. Андреев А.А., Глухов А.А., Остроушко А.А., Боев С.Н., Лаптиева А.Ю., Григорьева Е.В., Коновалов А.П., Архипов Д.В. Моделирование асептических и септических ран мягких тканей. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2022. № 173 (3). Р. 272-278.
2. Паршаков А.А., Гаврилов В.А., Самарцев В.В. Профилактика осложнений в хирургии послеоперационных грыж передней брюшной стенки: современное состояние проблемы (обзор). // Современные технологии в медицине. 2018. № 2. Р. 175–186.
3. Результаты работы института герниологии имени профессора Е.Н. Любых по лечению пациентов со срединными послеоперационными грыжами в период с 1992 по 2015 годы / Г. В. Полубкова, О.

В. Стрыгин, Г. Н. Михайлова [и др.] // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2016. №65. С. 4-9.

4. Старцева О.И., Синельников М.Е., Бабаева Ю.В., Трущенко В.В. Децеллюляризация органов и тканей. // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2019. №(8). С. 59–62.

5. Черных А.В., Магомедрасулова А.А., Шевцов А.Н., Аралова М.В., Лопатина А.С., Федотов Е.А. Раневые осложнения после протезирующей пластики грыжевых дефектов передней брюшной стенки: причины и методы профилактики. // Вестник экспериментальной и клинической хирургии 2023. №16. С. 194-202.

6. Garima S, Manish K. S, Bismita N, Sanghamitra S. Impact of various detergent-based immersion and perfusion decellularization strategies on the novel caprine pancreas derived extracellular matrix scaffold. // Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. 2023. № 11. P. 1-21.

7. Marin-Tapia H. A., Romero-Salazar L., Arteaga-Arcos J. C., Rosales-Ibáñez R., Mayorga-Rojas M.. Micro-mechanical properties of corneal scaffolds from two different bio-models obtained by an efficient chemical decellularization. // J. Mech. Behav. Biomed. Mat. 2021. №119. P. 104510. doi:10.1016/j.jmbbm.2021.104510.

References

1. Andreev AA, Gluhov AA, Ostroushko AA, Boev SN, Laptieva AY, Grigor'eva EV, Kononov AP, Arhipov DV. Modelirovanie asepticheskikh i septicheskikh ran myagkikh tkanej [Modeling of aseptic and septic wounds of soft tissues]. Byulleten' eksperimental'noj biologii i mediciny. 2022;173 (3):272-278. Russian.

2. Parshakov AA, Gavrilov VA, Samarcev VV. Profilaktika oslozhnenij v hirurgii posleoperacionnyh gryzh perednej bryushnoj stenki: sovremennoe sostoyanie problemy (obzor) [Prevention of complications in surgery of postoperative hernias of the anterior abdominal wall: the current state of the problem (review)]. Sovremennye tekhnologii v medicine. 2018;2:175–186. Russian.

3. Rezul'taty raboty instituta gerniologii imeni professora E.N. Lyubyh po lecheniyu pacientov so sredinnyimi posleoperacionnymi gryzhami v period s 1992 po 2015 gody [The results of the work of the Institute of Herniology named after Professor E.N. Lenin on the treatment of patients with median postoperative hernias in the period from 1992 to 2015] / GV. Polubkova, O V. Strygin, G N. Mihajlova [i dr.] Nauchno-medicinskij vestnik Central'nogo Chernozem'ya. 2016;65:4-9. Russian.

4. Starceva OI, Sinel'nikov ME, Babaeva YuV, Trushchenkova VV. Decellyulyarizaciya organov i tkanej [Decellularization of organs and tissues]. Hirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova. 2019;(8):59–62. Russian.

5. Chernyh AV, Magomedrasulova AA, Shevcov AN, Aralova MV, Lopatina AS, Fedotov EA. Ranevye oslozhneniya posle proteziruyushchej plastiki gryzhevyyh defektov perednej bryushnoj stenki: prichiny i metody profilaktiki [Wound complications after prosthetic repair of hernial defects of the anterior abdominal wall: causes and methods of prevention]. Vestnik eksperimental'noj i klinicheskoy hirurgii 2023;16:194-202. Russian.

6. Garima S, Manish KS, Bismita N, Sanghamitra S. Impact of various detergent-based immersion and perfusion decellularization strategies on the novel caprine pancreas derived extracellular matrix scaffold. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. 2023;11:1-21.

7. Marin-Tapia H A, Romero-Salazar L, Arteaga-Arcos J C, Rosales-Ibáñez R, Mayorga-Rojas M. Micro-mechanical properties of corneal scaffolds from two different bio-models obtained by an efficient chemical decellularization. J. Mech. Behav. Biomed. Mat. 2021;119:104510. doi:10.1016/j.jmbbm.2021.104510.

Библиографическая ссылка:

Магомедрасулова А.А. Экспериментальное применение биотрансплантата при герниопластике белой линии живота в условиях «чистой» и инфицированной ран // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №4. Публикация 1-5. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/1-5.pdf> (дата обращения: 11.07.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-1-5. EDN JLXVGU*

Bibliographic reference:

Magomedrasulova A.A. Eksperimental'noe primeneniye biotransplantata pri gernioplastike beloij linii zhivota v usloviyah «chistoj» i inficirovannoj ran [Experimental application of a biotransplant in hernioplasty of the linea alba under "clean" and infected wound conditions]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2025 [cited 2025 Jul 11];4 [about 8 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/1-5.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-1-5. EDN JLXVGU

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/e2025-4.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после загрузки полной версии журнала в eLIBRARY